

---

**REPAVIMENTAÇÃO DE TROÇO DESCLASSIFICADO DA E.N.2, ENTRE  
O KM 406,450 (PASSAGEM DE NÍVEL DE ARRIFANA)  
E O KM 407,440 (ARRIFANA) - ABRANTES**

**IV – PAVIMENTAÇÃO**

---

**PROJETO DE EXECUÇÃO  
SETEMBRO, 2022**

---

## ÍNDICE

|    |                                                             |   |
|----|-------------------------------------------------------------|---|
| 1. | INTRODUÇÃO .....                                            | 3 |
| 2. | RECEÇÃO DO MATERIAL .....                                   | 3 |
| 3. | ARMAZENAMENTO DO MATERIAL .....                             | 4 |
| 4. | CARACTERÍSTICAS GERAIS DA GRELHA EM FIBRA DE VIDRO .....    | 4 |
| 5. | CARACTERÍSTICAS DA EMULSÃO BETUMINOSA.....                  | 5 |
| 6. | MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....                                  | 5 |
| 7. | ENSAIOS A APRESENTAR NA FASE DE APROVAÇÃO DO MATERIAL ..... | 6 |
| 8. | ENSAIOS A APRESENTAR NA FASE DE APROVAÇÃO DO MATERIAL ..... | 6 |
| 9. | MÉTODO DE LEUTNER .....                                     | 7 |

**GRELHA EM FIBRA DE VIDRO**

**1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho refere-se ao reforço do pavimento aplicando a grelha em fibra de vidro pré-revestida de betume oxidado com uma taxa mínima de 250 g/m<sup>2</sup>. Recomendado para as zonas onde existem fissuras, este material previne a propagação das mesmas e aumenta a durabilidade do pavimento

**2. RECEÇÃO DO MATERIAL**

Os rolos deverão ser fornecidos em paletes devidamente fechadas.

Cada rolo deverá estar selado e devidamente identificado com o nome do produto e do fabricante.

Deverão ser apresentados os seguintes documentos:

- Certificado de controlo de qualidade do fabricante, atestando que o produto está de acordo com os requisitos desta especificação.
- Documento de Aplicação (DA), que aprecia tecnicamente os materiais de construção com marcação CE, à semelhança do antigo documento de homologação, de forma a comprovar as características do material mencionadas pelo fabricante.
- Ensaio que quantifica a taxa de revestimento de betume da grelha, que consiste na extração do betume através de solvente de acordo com o descrito na Especificação LNEC E 268 – “Determinação do teor em betume e do teor em água com o extrator de Kumagawa”.

Na altura da receção do material, deverá ainda ser efetuada a seguinte inspeção visual:

- Contagem do número de rolos;
- Comprovação da identificação das fibras e das dimensões dos rolos;
- Inspeção visual do estado das embalagens recusando aquelas que não se apresentam nas devidas condições;
- Comprovação das datas de validade dos materiais que deverão estar claramente identificadas.

**GRELHA EM FIBRA DE VIDRO**

**3. ARMAZENAMENTO DO MATERIAL**

As grelhas devem permanecer resguardadas da intempérie, para que fiquem protegidas da chuva e da exposição solar, nas embalagens originais fechadas e agrupadas segundo a identificação.

**4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA GRELHA EM FIBRA DE VIDRO**

A grelha deverá ter uma taxa de revestimento de betume na ordem das 250 g/m<sup>2</sup>, para permitir uma aplicação por termofusão. Ao receber o calor, o betume amolece e a abertura da malha adapta-se ao pavimento existente, promovendo uma excelente aderência da grelha às camadas adjacentes.

Este método de aplicação garante que não há deslocamento da grelha de reforço durante a aplicação da nova camada de mistura betuminosa.

A grelha em fibra de vidro previne o aparecimento das fissuras de reflexão derivadas da fadiga do pavimento ou de gradiente térmico e retarda o aparecimento de degradações em geral, aumentando a vida útil do pavimento.

A grelha em fibra de vidro deverá satisfazer as seguintes prescrições:

**Abertura da malha (mm)**

Longitudinal ..... 15

Transversal ..... 15

**Módulo de elasticidade da fibra (N/mm<sup>2</sup>)**

Longitudinal ..... ≥ 73 000

Transversal ..... ≥ 73 000

**Resistência à tracção da grelha (kN/m)**

Longitudinal ..... 120 (com ≤ 3% de alongamento)

Transversal ..... 120 (com ≤ 3% de alongamento)

**Aderência ao corte - ensaio realizado pelo método de Leutner em amostras recolhidas do pavimento em serviço**

Entre a camada de desgaste e a camada de regularização ..... > 15 kN

Entre as restantes camadas de base..... > 12 kN

**Especificação**

## **GRELHA EM FIBRA DE VIDRO**

Fornecimento da grelha em fibra de vidro pré-revestida de betume oxidado com uma taxa mínima de 250 g/m<sup>2</sup>, incluindo a aplicação por termofusão (amolecimento do betume por aquecimento) e a respetiva compactação com rolos compactadores. A abertura da malha deverá medir entre 15mm x 15mm. Sobre a grelha deve aplicar-se a nova camada de mistura betuminosa (espessura  $\geq$  4cm).

### **5. CARACTERÍSTICAS DA EMULSÃO BETUMINOSA**

A grelha de fibra de vidro é aplicada após a rotura da emulsão betuminosa.

Aconselha-se uma emulsão betuminosa catiónica de rotura rápida termoaderente, em que o ligante original é um betume modificado quimicamente com polímeros elastómeros (C60BP3 TA) e cujas propriedades devem obedecer à norma EN 13808:2016.

Esta emulsão deve ser aplicada de forma homogénea respeitando os seguintes consumos:

- 300 – 400 g/m<sup>2</sup> sobre um pavimento não fresado
- 400 – 500 g/m<sup>2</sup> sobre um pavimento fresado

Para uma distribuição uniforme da emulsão, deve evitar-se o espalhamento manual com cana.

### **6. MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

Na aplicação da grelha em fibra de vidro pré-revestida de betume oxidado, deve cumprir-se os seguintes requisitos:

- Em pavimentos existentes deve efetuar-se uma fresagem ou microfresagem cuidada, é muito importante que a superfície fique regular e desempenada;
- Limpeza do pavimento a fim de eliminar matérias soltas, desagregações e poeiras que possam reduzir os níveis de aderência;
- Limpeza e reparação das fissuras existentes com material selante, deixando uma superfície contínua e homogénea;
- Aplicação da rega de colagem respeitando as características definidas no ponto 4;
- Instalação da grelha só após a rotura da emulsão betuminosa;
- A instalação da grelha deve ser, preferencialmente, realizada por meios mecânicos em detrimento de meios manuais. O equipamento utilizado deve promover a aplicação por termofusão: a grelha é desenrolada, passa numa chama que amolece o betume de revestimento da grelha e de seguida por um conjunto de rolos compactadores que promovem o ajuste da grelha à superfície existente. Este procedimento potencia uma adequada aderência entre a grelha e as camadas adjacentes

## **GRELHA EM FIBRA DE VIDRO**

- No caso em que as reparações são pontuais ou de extensão inferior a 100m, a aplicação da grelha pode ser feita manualmente. Neste caso, deve passar-se com um maçarico no tardo da grelha, antes desta estar em contato com o pavimento existente, para amolecer o betume que reveste a grelha e promover a aderência à superfície existente;
- A largura do reforço com a grelha de fibra de vidro é função da extensão que se pretende reforçar, sendo que esta deve ser aplicada numa largura não inferior a 1 m;
- Sobreposições mínimas: longitudinais – 2 cm; transversais – 15 cm;
- A grelha de fibra de vidro pode ser aplicada em curvas pronunciadas, devendo ser efetuados os cortes necessários na parte externa da curva e no intradorso para evitar pregas na fibra.
- Após a aplicação da grelha, esta pode ser exposta diretamente ao tráfego em condições de velocidade reduzida, sendo, contudo, preferível proceder-se à execução da camada de mistura betuminosa a quente sobrejacente (espessura superior a 4 cm);

## **7. ENSAIOS A APRESENTAR NA FASE DE APROVAÇÃO DO MATERIAL**

### **7.1 – Documento de Aplicação (DA)**

O Documento de Aplicação é elaborado pelo Laboratório nacional de Engenharia Civil (LNEC), que à semelhança do antigo Documento de Homologação, consiste numa apreciação técnica dos materiais, neste caso com marcação CE. Comprovando através de um conjunto de ensaios, todas as características físicas e mecânicas mencionadas pelo fabricante.

### **7.2 – Determinação da taxa de revestimento do betume**

A taxa de revestimento de betume deverá ser devidamente comprovada através do ensaio de extração do betume com solvente de acordo com o descrito na Especificação LNEC E 268 – “Determinação do teor em betume e do teor em água com o extrator de Kumagawa”.

### **7.3 - Ensaio de aderência**

Deve realizar-se um trecho experimental, respeitando as mesmas interfaces da obra, e recolher, no mínimo e aleatoriamente, 6 amostras de ensaio para avaliar a ligação entre camadas adjacentes à grelha, através do ensaio de aderência segundo o método de Leutner (ponto 8).

## **8. ENSAIOS A APRESENTAR NA FASE DE APROVAÇÃO DO MATERIAL**

## GRELHA EM FIBRA DE VIDRO

### 8.1 - Ensaio de aderência – Método de Leutner

Deverão ser recolhidas aleatoriamente do pavimento, 6 amostras de ensaio, preferencialmente antes da abertura ao tráfego, para avaliar a ligação entre camadas adjacentes à grelha, através do ensaio de aderência segundo o método de Leutner (ponto 8).

## 9. MÉTODO DE LEUTNER

A eficácia do reforço de um pavimento rodoviário com recurso a grelhas consegue-se através das propriedades mecânicas (resistência a tração, extensão de rotura, módulo de elasticidade...), mas há que garantir primeiro a existência de uma boa ligação entre a grelha e as camadas adjacentes, para que todas as propriedades da grelha possam entrar em serviço.

Esta é uma descrição resumida da metodologia proposta no Appendix A.1 do Manual of Contract for Highway Works (2008):

### a) Preparação da amostra

Deverão ser recolhidas do pavimento em execução ou em serviço, no mínimo e aleatoriamente, 6 amostras de ensaio com  $150 \pm 2$  mm de diâmetro. A espessura mínima das camadas superior e inferior ao “interface” deverá ser de 30 mm e 60 mm respetivamente.

### b) Procedimento

- O diâmetro e espessura do provete deverão ser determinados ao mm mais próximo.
- A amostra deverá ser colocada em ambiente termicamente controlado, a uma temperatura  $20 \pm 0.5$  °C durante 5 horas, no mínimo.
- Deverão ser selecionados anéis de corte apropriados, que apresentem um espaço livre á volta do provete (por exemplo, anéis de corte de 151 mm de diâmetro para provetes de 150 mm de diâmetro).
- A amostra deverá ser colocada na máquina de teste e o “interface” de ligação entre camadas alinhado entre os anéis de corte superior e inferior.
- A máquina de teste deverá ser posicionada na célula de carga e ajustada para que o anel de corte superior quase toque na amostra.
- Dar início ao registo de carga e movimento, e iniciar o ensaio de corte. A velocidade de carga deverá ser de  $50.0 \pm 2$  mm por minuto.

## GRELHA EM FIBRA DE VIDRO

- Parar a máquina quando esta atingir o seu limite de 7 mm de movimento. O intervalo de tempo compreendido entre retirar a amostra do controle de temperatura e o final do ensaio, não deverá exceder os 15 minutos.
- Depois de concluído o ensaio, o aparelho deverá ser desmontado da célula de carga, e retirada a amostra.
- Registrar a carga (F) ao 0.1 kN mais próximo, e o movimento ( $\delta$ ) ao 0.1 mm mais próximo.
- As duas secções da amostra devem ser observadas (especialmente o “interface”) de forma a verificar se existe alguma fissura visível ou aparência anormal (por exemplo, agregados partidos nas arestas). Efetuar o registo dessas ocorrências, caso haja.

### c) Resultados

Enquanto está em desenvolvimento a nível europeu o projeto de norma prEN 12697-48 que avalia a ligação entre camadas de pavimentos rodoviários e aeroportuários, define-se os seguintes valores mínimos para a Força de Corte:

- >20 kN na ligação entre a camada de desgaste e a camada de regularização
- >15 kN na ligação entre as restantes camadas de base

Em todas as normativas referidas, o método de Leutner modificado é o ensaio utilizado para avaliar a ligação entre camadas betuminosas.